

Rotary electric machine and method for manufacturing the same

Patent number: DE10146922

Publication date: 2002-04-18

Inventor: OOIWA TOORU (JP)

Applicant: DENSO CORP (JP)

Classification:

- **International:** H02K3/28; H02K15/04; H02K3/28; H02K15/04; (IPC1-7): H02K1/16; H02K15/02

- **European:** H02K3/28; H02K15/04

Application number: DE20011046922 20010924

Priority number(s): JP20000290363 20000925

Also published as:



US6727625 (B2)



US2002036439 (A1)



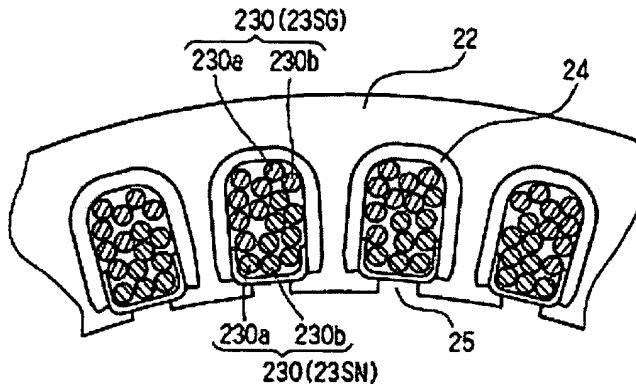
FR2832265 (A1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE10146922

Abstract of corresponding document: **US2002036439**

A rotary electric machine has a stator winding. The stator winding has a plurality of conductors wound one over another. The conductors are wound with left and right ends. Therefore, the stator winding on the stator core has an overlapped joined portion. This arrangement allows a high ratio of the conductors in the slot and is easy to manufacture.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKENAMT

Offenlegungsschrift

⑩ DE 101 46 922 A 1

⑯ Int. Cl. 7:

H 02 K 1/16

H 02 K 15/02

DE 101 46 922 A 1

⑯ Aktenzeichen: 101 46 922.5

⑯ Anmeldetag: 24. 9. 2001

⑯ Offenlegungstag: 18. 4. 2002

⑯ Unionspriorität:

2000-290363 25. 09. 2000 JP

⑯ Erfinder:

Ooiwa, Tooru, Kariya, JP

⑯ Anmelder:

Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

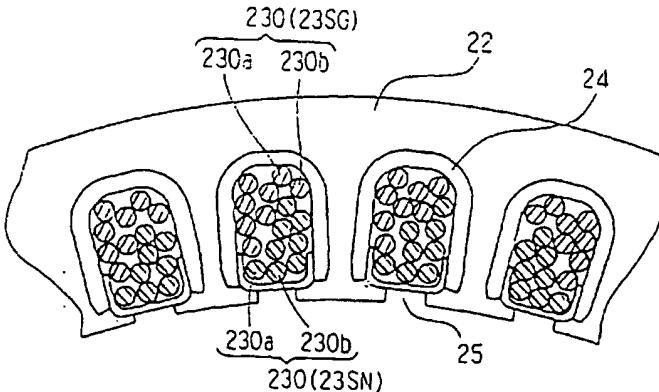
⑯ Vertreter:

Kuhnen & Wacker Patentanwaltsgeellschaft mbH,
85354 Freising

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Drehfeldmaschine und Verfahren zur Herstellung derselben

⑯ Eine elektrische Drehfeldmaschine weist eine Statorwicklung (23) auf. Die Statorwicklung weist eine Vielzahl von Leitern (230) auf, die aufeinander gewickelt sind. Die Leiter (230) sind mit linken und rechten Enden gewickelt. Daher weist die Statorwicklung auf dem Statorkern einen überlappten gemeinsamen bzw. verbundenen Abschnitt auf. Diese Anordnung ermöglicht ein hohes Verhältnis bzw. einen hohen Füllfaktor der Leiter in der Nut und ist einfach herzustellen.



DE 101 46 922 A 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Drehfeldmaschine und ein Verfahren zur Herstellung derselben.

[0002] JP-A-54-66406 offenbart eine Wechselstromdrehfeldmaschine, welche eine Vielzahl an Spulen aufweist. Die Spulen sind in Schlitten bzw. Nuten in einer geordneten Art und Weise eingefügt, um Spulenenden bzw. -köpfe vorzusehen, die sich nicht kreuzen. Dieser Aufbau bildet jedoch einen größeren Raum in den Nuten aus, um ein Überkreuzen von Spulenköpfen zu verhindern.

[0003] JP-B-2927288 offenbart als Drehfeldmaschine einen Wechselstromgenerator für ein Fahrzeug (Lichtmaschine), die eine Vielzahl von Segmenten und eine Vielzahl von Verbindungsabschnitten zwischen den Segmenten aufweist. Bei dieser Anordnung kann der Füllfaktor der Statorwicklung in einer Nut erhöht werden. Jedoch ist es notwendig, eine Vielzahl von Segmenten zu handhaben und es ist ein komplexes Aufbauverfahren notwendig.

[0004] JP-A-11-299153 offenbart einen Wechselstromgenerator für ein Fahrzeug, der gleichmäßig angeordnete Spulenköpfe vorsieht. Es ist jedoch nicht einfach, alle Spulenköpfe in einer im wesentlichen identischen Art und Weise auszubilden.

[0005] Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung beschäftigt sich mit diesen Nachteilen, um eine verbesserte Anordnung einer elektrischen Drehfeldmaschine vorzusehen.

[0006] Gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist eine Drehfeldmaschine einen Rotor und einen Stator auf. Der Stator weist einen Statorkern mit einer Vielzahl an Nuten und einer Statorwicklung auf. Die Nuten enthalten eine Vielzahl an regelmäßigen Nuten und eine Vielzahl an unregelmäßigen Nuten. Die Statorwicklung weist eine Vielzahl an Innennutabschnitten, die in den Nuten aufgenommen sind, und Spulenköpfe auf. Die Innennutabschnitte und die Spulenköpfe sind so angeordnet, daß sie eine Diskontinuität bzw. Unterbrechung der Statorwicklung in einem Bereich vorsehen, bei dem die unregelmäßigen Nuten angeordnet sind.

[0007] Da die Statorwicklung eine Unterbrechung aufweist, können die Statorwicklungen einfach gewickelt werden. Bei diesem Aufbau ist es möglich, das Querschnittsverhältnis des Leiters in der Nut zu verbessern. Überdies ist es möglich, die Produktivität durch eine Verringerung der Komplexität des Herstellungsverfahrens zu verbessern.

[0008] Die Statorwicklung kann durch Übereinanderwickeln der Leiter aufgebaut werden. Die unregelmäßigen Nuten können Seite an Seite angeordnet werden. Die Statorwicklung kann eine Vielzahl von Leitern zum Vorsehen der Innennutabschnitte aufweisen. Die Statorwicklung kann keine Leiter aufweisen, die einen Bereich überkreuzen, bei dem die unregelmäßigen Nuten angeordnet sind. Die Leiter können übereinander gewickelt werden.

[0009] Diese und andere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung, ebenso wie Betriebsverfahren und die Funktion der entsprechenden Teile, werden aus einer Be trachtung der folgenden detaillierten Beschreibung und der Zeichnungen, die alle jeweils einen Teil dieser Anmeldung bilden, besser ersichtlich.

[0010] Es zeigt:

[0011] Fig. 1 eine Querschnittsansicht eines Wechselstromgenerators gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0012] Fig. 2 ein Schaltungsdiagramm, das elektrische Winkel der Wicklung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0013] Fig. 3 eine Querschnittsansicht eines Stators, die

eine Anordnung von Drähten in Nuten gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

5 [0014] Fig. 4 ein Verdrahtungsdiagramm der Wicklung eines Statorkerns gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0015] Fig. 5 eine Wicklungstabelle der Wicklung auf dem Statorkern, die eine Wicklungsordnung bzw. -reihenfolge der Wicklungen gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

10 [0016] Fig. 6 eine perspektivische Ansicht der Wicklungen, die ein Wicklungsverfahren gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0017] Fig. 7 eine Draufsicht auf ein Wicklungswerkzeug gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

15 [0018] Fig. 8 zeigt eine Querschnittsansicht des Wicklungswerkzeugs, entlang der in Fig. 7 gezeigten Linie XIII-XIII, gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

20 [0019] Fig. 9 ein Schaltungsdiagramm der Wicklungen gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0020] Fig. 10 ein Verdrahtungsdiagramm einer Wicklung auf einem Statorkern gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

25 [0021] Fig. 11 ein Wicklungstabelle der Wicklungen auf dem Statorkern, die eine Wicklungsreihenfolge der Wicklungen gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

30 [0022] Fig. 12 ein Schaltungsdiagramm der Wicklungen gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0023] Fig. 13 eine perspektivische Ansicht eines Statorkerns gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

35 [0024] Fig. 14 eine Querschnittsansicht eines Stators gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0025] Fig. 15 eine Querschnittsansicht eines Stators gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

40 [0026] Fig. 16 eine Querschnittsansicht eines Stators gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Erste Ausführungsform

45 [0027] Im Folgenden wird ein Wechselstromgenerator für ein Fahrzeug (Lichtmaschine) gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben.

50 [0028] Gemäß Fig. 1 weist ein Wechselstromgenerator 1 einen Stator 2, einen Rotor 3, einen Rahmen 4 und einen Gleichrichter 5 auf. Der Stator 2 wird von dem Rahmen 4 gehalten und ist an ihm fixiert. Der Stator 2 weist einen Statorkern 22, eine Statorwicklung 23 und Isolatoren 24 auf, die die Statorwicklung 23 von dem Statorkern 22 isolieren, wie in Fig. 3 gezeigt. Der Statorkern 22 ist aus einem laminierten dünnen Stahlblech hergestellt. Der Statorkern 22

55 weist eine Vielzahl von Nuten 25 auf, die einen Teil der Statorwicklung 23 aufnehmen. Die Statorwicklung 23 sieht antriebsseitige Spulenköpfe 23D und rückseitige (d. h. zur Seite des Gleichrichters hin gerichtete) Spulenköpfe 23R vor.

60 [0029] Die Statorwicklung 23 ist eine dreiphasige Wicklung, die aus einer Vielzahl von Leitern 230 hergestellt ist. Jede der Phasenwicklungen weist ein Paar von Spulen auf, die jeweils durch Leiter 230 vorgesehen sind. Jeder der Leit

ter 230 ist ein ununterbrochener Draht und ist so gewickelt, daß er eine zumindest einmal um den Statorkern 22 gewickelte einzelne Spule vorsieht. Sechs Leiter 230 sehen sechs Spulen X1, X2, Y1, Y2, Z1 und Z2 für die dreiphasige Wicklung vor. Jede der Spulen ist als eine Wellenwicklung ausgebildet. Die Spulen X1 und X2 sind um einen elektrischen Winkel von 180° verschoben, um eine X-Phasenwicklung der dreiphasigen Wicklung vorzusehen. Die Spule X1 weist einen Anfangsanschluß X11 und einen Endanschluß X12 auf. Die Spulen Y1 und Y2 sowie Z1 und Z2 sind in dergleichen Art und Weise angeordnet. Die Spulen X1, X2, Y1, Y2, Z1 und Z2 sind in Sternschaltung miteinander verbunden, wie in Fig. 10 gezeigt.

[0030] Bei dieser Ausführungsform ist jeder der Leiter 230 aus zwei Einzeldrähten 230a und 230b hergestellt, die an beiden Enden parallel miteinander verbunden sind. Diese Anordnung macht es einfach, sie in die Nuten 25 einzufügen und das Querschnittsverhältnis der Leiter in der Nut wird verbessert. Jeder Einzeldraht ist ein Draht, z. B. Kupfer, der mit einer Isolationsschicht beschichtet ist und einen Durchmesser von 1,3 mm aufweist.

[0031] Jede der Spulen X1, Y1, Z1, X2, Y2 und Z2 weist Innennutabschnitte 23S, antriebsseitige Spulenköpfe 23D und rückseitige Spulenköpfe 23R auf, wie in Fig. 1 gezeigt. Fig. 4 zeigt diese Abschnitte der Spulen X1, Y1, Z1, X2, Y2, und Z2 durch ein Bezeichnen jedes Abschnitts der Nuten 25 mit Nummern. Die Innennutabschnitte 23S, die in den Nuten 25 aufgenommen sind, sind mit S1–S36 bezeichnet. Die antriebsseitigen Spulenköpfe 23D, die mit D1–D36 bezeichnet werden, erstrecken sich in Richtung einer Antriebssseite, auf welcher die Antriebsscheibe 20 montiert ist. Die rückseitigen Spulenköpfe 23R, die mit R1–R36 bezeichnet sind, erstrecken sich in Richtung einer rückwärtigen Seite, auf welcher der Gleichrichter 5 montiert ist. Die antriebsseitigen Spulenköpfe 23D und die rückseitigen Spulenköpfe 23R verbinden zwei der Innennutabschnitte 23S, die um eine magnetische Polteilung voneinander beabstandet sind. Da bei dieser Ausführungsform jede Spule viermal um den Statorkern 22 gewickelt ist, weist jede Spule vier ähnlich geformte Innennutabschnitte, antriebsseitige Spulenköpfe und rückseitige Spulenköpfe in Bezug auf eine Nut 25 auf. Beispielsweise weist die Spule vier Innennutabschnitte S2 in der zweiten Nut 25 auf. Die Spule X2 weist vier Innennutabschnitte S2 in der zweiten Nut 25 auf. Daher enthält jede Nut 25 acht Innennutabschnitte. Die Spule X1 weist vier antriebsseitige Spulenköpfe, nämlich zwei antriebsseitige Spulenköpfe D2 und zwei antriebsseitige Spulenköpfe D35 auf, welche sich aus der zweiten Nut 25 erstrecken. Die Spule X1 weist vier rückseitige Spulenköpfe, nämlich zwei rückseitige Spulenköpfe R2 und zwei rückseitige Spulenköpfe R35 auf, welche sich aus der zweiten Nut 25 erstrecken. In ähnlicher Weise weist die Spule X2 vier antriebsseitige Spulenköpfe und vier rückseitige Spulenköpfe auf.

[0032] Gemäß Fig. 3 nimmt jede Nut 25 sechzehn Einzeldrähte 230a und 230b auf, die acht Leiter 230 vorsehen. Die Leiter 230 in der Nut 5 können bei dieser Ausführungsform in zwei Gruppen aufgeteilt werden, eine innere Gruppe und eine äußere Gruppe, was durch unterschiedlich schraffierte Leitungen in Fig. 3 dargestellt ist. Eine der Nuten 25 nimmt zwei Spulen auf, z. B. die Spulen X1 und X2, welche um 180° verschoben sind. Eine der Spulen in der Nut 25 besetzt hauptsächlich einen in radialer Richtung gesehenen inneren Bereich der Nut 25 und bildet die innere Gruppe aus. Die andere Spule in der Nut 25 besetzt hauptsächlich einen in radialer Richtung gesehenen äußeren Bereich der Nut 25 und bildet die äußere Gruppe aus. Mit dieser Ausführungsform weist jede der Gruppen acht Einzeldrähte 230a und 230b

zum Vorsehen von vier Leitern 230 auf.

[0033] Der Rotor 3 ist mit einer Welle 6 drehbar. Der Rotor 3 weist einen Polkern 7 vom Lundel-Typ, eine Feldwicklung 8, Schleifringe 9 und 10, ein Mischflußkühlgebläse 11 und ein Zentrifugalkühlgebläse 12 auf. Die Welle 6 wird durch den Rahmen 4 drehbar gelagert und trägt eine Antriebsscheibe 20.

[0034] Der Polkern 7 ist aus einem Paar von Kernen hergestellt. Jeder Kern weist eine zylindrische Bosse 71, einen Scheibenabschnitt 72 und eine Vielzahl von magnetischen Polklauen 73 auf. Die zylindrische Bosse 71 ist an der Welle 6 fixiert. Der Scheibenabschnitt 72 erstreckt sich in radialer Richtung von dem axialen Ende der Bosse 71 aus. Die magnetischen Polklauen 73 erstrecken sich axial von den radial äußersten Abschnitten des Scheibenabschnitts 72 aus. Die Kerne werden so zusammengebaut, daß die magnetischen Polklauen 73 ineinander greifen.

[0035] Die Feldwicklung 8 ist in dem Polkern 7 angeordnet und von den Kernen durch ein Isolationspapier 81 getrennt. Das Isolationspapier 81 ist ein imprägniertes Blatt, das die Feldwicklung abdeckt, und fest an der Feldwicklung 8 durch ein Erwärmungsverfahren fixiert.

[0036] Das Gebläse 11 ist an einem vorderen Ende des Polkerns 7 durch Schweißen oder dergleichen befestigt. In ähnlicher Weise ist das Gebläse 12 an dem rückwärtigen Ende des Polkerns 7 befestigt. Eine in Drehrichtung herausragende Fläche der Blätter des Gebläses 11, ist kleiner als die des Gebläses 12.

[0037] Der Rahmen 4 nimmt den Stator 2 und den Rotor 3 auf und unterstützt sie. Der Rahmen 4 weist einen vorderen Rahmen 4a und einen hinteren Rahmen 4b auf, die miteinander durch eine Vielzahl von nicht näher dargestellten Bolzen fest miteinander verbunden sind. Der Rahmen 4 weist eine Vielzahl von Fenstern 41 auf, die als Lufteinlässe bzw. 35 Luftauslässe dienen. Die Fenster 41, die an einer radialen Außenseite des Gehäuses 4 in zwei Reihen angeordnet sind, dienen als Luftauslaß. Die Fenster 42, die an beiden axialen Enden des Rahmens 4 angeordnet sind, dienen als Lufteinlässe. Daher strömt ein Kühlwind auf eine Oberfläche der Spulenkopfabschnitte der Statorwicklung 23.

[0038] Elektrische Schaltungsteile, die einen Gleichrichter 5, einen Regler 51 und eine Bürstenanordnung 52 enthalten, sind an einem rückwärtigen Ende des rückwärtigen Rahmens 4b montiert. Die elektrischen Schaltungsteile sind 45 durch eine Abdeckung 53 geschützt. Der Gleichrichter 5 ist mit einer Vielzahl von Anschlägen, die sich aus der Statorwicklung 23 erstrecken, verbunden.

[0039] Wenn der Motor die Antriebsscheibe 20 dreht, wird ein Feldstrom der Feldwicklung 8 zugeführt. Der Rotor 3 dreht sich und erzeugt ein magnetisches Drehfeld, um einen Wechselstrom in der Statorwicklung 23 zu induzieren. Die induzierte Leistung wird gleichgerichtet und als eine Gleichspannungsleistung durch den Ausgangsanschluß des Gleichrichters 5 vorgesehen. Die Gebläse 11 und 12 erzeugen einen Kühlwind, der von den Einlässen 42 zu den Auslässen 41 strömt.

[0040] Die oben beschriebene Statorwicklung 23 kann unter Verwendung eines Verfahrens hergestellt werden, das im folgenden unter Bezugnahme auf die Fig. 5 bis 8 beschrieben wird. Fig. 5 zeigt eine Tabelle, die ein Wicklungsverfahren der Statorwicklung 23 zeigt. Fig. 6 zeigt schematisch sechs Anfangsschritte des Wicklungsverfahrens, das eine imaginäre rechteckige Stütze verwendet, die in den Fig. 7 und 8 gezeigtes Werkzeug modelliert. Fig. 7 und 8 zeigen eine Ausführungsform des Werkzeugs, daß bei dem Wicklungsverfahren verwendet wird.

[0041] Die Innennutabschnitte 23S werden durch Anfangsbuchstaben S, SN oder SG und einer Nummer der Nut

bezeichnet. Beispielsweise wird der Innennutabschnitt 23S in der ersten Nut als S1, SN1 oder SG1 bezeichnet. Der Innennutabschnitt der inneren Schicht wird als ein innerer Innennutabschnitt bezeichnet und als SN1 gekennzeichnet. Der Innennutabschnitt in der äußeren Schicht wird als ein äußerer Innennutabschnitt bezeichnet und als SG1 gekennzeichnet. In ähnlicher Weise werden die antriebsseitigen und rückseitigen Spulen 23D und 23R durch die Anfangsbuchstaben und eine Nummer der Nut gekennzeichnet. Beispielsweise werden die antriebsseitigen und rückseitigen Spulenköpfe 23D und 23R zwischen der ersten Nut und der vierten Nut als die D1 und R1 gekennzeichnet.

[0042] Das Herstellungsverfahren weist ein Wicklungsverfahren, ein Krümmungs- bzw. Biegungsverfahren und ein Montierverfahren auf.

[0043] Bei dem Wicklungsverfahren wird eine gürtel- bzw. streifenförmige Spule durch ein gleichzeitiges Aufwickeln von sechs Leitern 230 auf dem Werkzeug ausgebildet, wie es in den Fig. 6, 7 und 8 gezeigt ist. Das Wicklungsverfahren beginnt bei einem Zwischenabschnitt, d. h. einem Anfangsabschnitt, entsprechend zu der 22. bis 27. Nut, und fährt in Übereinstimmung mit einer Wicklungsreihenfolge fort, die in Fig. 5 angedeutet ist. Die Spulen X1, Y1, Z2, X2, Y2 und Z2 werden gleichzeitig auf das Werkzeug in Übereinstimmung mit der in Fig. 5 dargestellten Reihenfolge gewickelt. Beispielsweise wird der Leiter 230 der Spule Z1 auf dem Werkzeug so gewickelt, daß Abschnitte SG22, D19, SN19, R16, ..., SG28, D25 und SN25 in einer geordneten Art und Weise ausgebildet werden.

[0044] Bei einem ersten Schritt werden die Leiter 230 auf einer ersten Seite des Werkzeugs angeordnet, um die äußeren Innennutabschnitte SG22 bis SG27 und Anschlüsse vorzusehen, die sich über den rückseitigen Spulenkopf 23R hinaus erstrecken. Bei einem zweiten Schritt werden die Leiter 230 während die antriebsseitigen Spulenköpfe 23D vorgesehen werden um einen Abstand von drei Nuten verschoben bzw. versetzt. Bei einem anschließenden dritten Schritt werden die Leiter auf einer zweiten Seite des Werkzeugs angeordnet, das der ersten Seite gegenüberliegt, um die inneren Innennutabschnitte SN19 bis SN24 vorzusehen. Bei dem dritten Schritt wird der Leiter 230 für die Spule Z2, die von der 25. Nut aus beginnt, auf der zweiten Seite des Werkzeugs angeordnet, um den inneren Innennutabschnitt SN22 vorzusehen. Während die rückseitige Spulenköpfe 23R vorgesehen werden, werden die Leiter 230 um einen Abstand von drei Nuten versetzt.

[0045] Wenn das Wicklungsverfahren bei dem 15. Schritt die ersten bis sechsten Nuten erreicht, wird die Versetzungsrichtung von einer absteigenden zu einer aufsteigenden Reihenfolge umgekehrt. Die Leiter werden über die zuvor gewickelten Leiter gewickelt.

[0046] Daher werden die Leiter übereinander gewickelt. Wenn anschließend der Leiter 230 für die Spule Z2 bei dem 27. Schritt die 22. Nut wieder erreicht, wird der Leiter 230 auf der zweiten Seite des Werkzeugs wieder so angeordnet, daß er den inneren Innennutabschnitt SN22 vorsieht. Wenn der Leiter 230 der Spule Z1 zu der Z2. Nut im 29. Schritt zurückkehrt, wird der Leiter 230 wieder an der ersten Seite des Werkzeugs angeordnet, um den äußeren Innennutabschnitt SG22 vorzusehen.

[0047] Das Wicklungsverfahren verläuft bis zu dem anderen Ende und kehrt sich bei dem 40. Schritt wieder um. Ein Wicklungszyklus ist mit dem 48. Schritt vollständig abgeschlossen. Um ausreichend Wicklungen bei dieser Ausführungsform vorzusehen verläuft ein Wicklungszyklus von dem 49. bis zu dem 95. Schritt.

[0048] Bei dem Wicklungsverfahren werden die Leiter 230 auf dem Werkzeug 100 gewickelt, wie in Fig. 7 und 8

gezeigt. Das Werkzeug 100 weist einen Hauptkörper 110, Innennutabschnittshalter 120 und 122 und Spulenendhalter 130 und 132 auf. Der Hauptkörper ist eine Platte mit einer vorbestimmten Breite und gekrümmten Rändern, um eine geeignete Krümmung der Spulenköpfe vorzusehen. Die Innennutabschnittshalter 120 und 122 sind auf beiden Seiten des Werkzeugs 100 zum Bestimmen der Innennutabschnitte 23SG und 23SN angeordnet. Ein Abstand A ist ungefähr gleich einer Teilung der Nuten 25. Ein Abstand B ist ungefähr größer oder gleich einer axialen Länge des Statorkerns 22. Die Innennutabschnittshalter und die Spulenkopfhalter 120, 122, 130 und 132 sind an dem Hauptkörper 110 als entfernbar Teile befestigt, so daß der Hauptkörper 110 aus dem Inneren der Spule herausgezogen werden kann. Fig. 7 zeigt die Spule Y2 auf dem am weitesten rechtsliegenden Abschnitt des Werkzeugs 100.

[0049] Folglich wird die gürtelförmige Spule ausgebildet, welche durch ein spiralförmiges Wickeln der Leiter 230 nur aus aufeinander gestapelten Leitern 230 besteht. Die Leiter 230 sind in den Innennutabschnitten und den Spulenendabschnitten regelmäßig angeordnet.

[0050] Die Statorwicklung 23 weist regelmäßige Innennutabschnitte und unregelmäßige Innennutabschnitte auf. Der regelmäßige Innennutabschnitt ist über den Spulenkopf nicht nur mit einem anderen Innennutabschnitt verbunden, der in einer anderen Nut 25 angeordnet ist, sondern ebenso über den Spulenkopf mit einem anderen Innennutabschnitt verbunden, der in einer anderen in einer gegenüberliegenden Richtung angeordnet ist. Beispielsweise ist einer der Innennutabschnitte S22 in der 22. Nut 25 mit einer der Innennutabschnitte S19 über den antriebsseitigen Spulenkopf D19 verbunden und ist mit einem der Innennutabschnitte S25 über den rückseitigen Spulenkopf R22 verbunden. Ebenso ist ein anderer Innennutabschnitt S22 in einer anderen Schicht mit einer der Innennutabschnitte S25 über den antriebsseitigen Spulenkopf D22 verbunden und ist mit einem der Innennutabschnitte S19 über den rückseitigen Spulenkopf R19 verbunden. Daher ist der regelmäßige Innennutabschnitt mit zwei anderen Innennutabschnitten verbunden, die in verschiedenen Nuten an beiden Seiten angeordnet sind.

[0051] Die Statorwicklung 23 weist ebenso unregelmäßige Innennutabschnitte auf, die in sechs Nuten 25 angeordnet sind, die an beiden Enden der gürtelförmigen Spule angeordnet sind. Der unregelmäßige Innennutabschnitt ist über die Spulenköpfe mit zwei Innennutabschnitten verbunden, die in anderen Nuten 25 angeordnet sind. Beispielsweise ist einer der Innennutabschnitte S1 in der ersten Nut 25, welcher auf der am weitesten links gelegenen Position in dem Wicklungsverfahren angeordnet ist, mit einem anderen Innennutabschnitt S4 über den antriebsseitigen Spulenkopf D1 verbunden und ist mit einem Innennutabschnitt S4 über den rückseitigen Spulenkopf R1 verbunden. Daher ist der unregelmäßige Innennutabschnitt mit zwei anderen Innennutabschnitten verbunden, die in den gleichen Nuten in gleicher Umfangsrichtung angeordnet sind.

[0052] Bei dieser Ausführungsform werden die siebten bis 36. Nuten 25 als regelmäßige Nuten aufgefaßt, welche die regelmäßigen Innennutabschnitte aufnehmen. Die 1. bis 6. Nuten 25 werden als unregelmäßige Nuten betrachtet, welche zumindest einen der unregelmäßigen Innennutabschnitte aufnimmt. Die unregelmäßigen Nuten 25 nehmen ebenso die regelmäßigen Innennutabschnitte auf. Beispielsweise nimmt die erste Nut 25 vier regelmäßige Innennutabschnitte und vier unregelmäßige Innennutabschnitte auf. Bei dem Wicklungsverfahren sind zwei der unregelmäßigen Innennutabschnitte in der linken Position von der ersten Nut, d. h. der äußerst linken Position, angeordnet, wie in Fig. 4

gezeigt. Die zwei verbleibenden unregelmäßigen Innennutabschritte und vier regelmäßige Innennutabschnitte werden an der rechten Position der ersten Nut angeordnet.

[0053] Diese zwei und sechs Innennutabschnitte werden aufeinander gestapelt und in die Nut 25 in dem darauf folgenden Verfahren eingefügt.

[0054] Bei dem Wicklungsverfahren kann das Werkzeug zum Wickeln der Spulen sich drehen und sich entlang einer Zuführmündung der Leiter 230 verschieben. Ebenso kann sich die Zuführmündung der Leiter 230 drehen und entlang dem Werkzeug verschieben.

[0055] Bei dem Biegungsschritt wird die gürtelartige Spule zu einem Ring gebogen und durch Überlappen vorbestimmter Längen an den linken und rechten Schlitten zum Ausbilden eines Rings verbunden. Bei dieser Ausführungsform ist die riemenförmige Spule bei den unregelmäßigen Nuten 1 bis 6 überlappt.

[0056] Die Statorwicklung 23, d. h. die ringförmige Spule, hat keine Leiter, die den Bereich zwischen 36. und 7. Nut überkreuzen, da die gürtelförmige Spule lediglich an dem die drei äußerst linken Nuten umfassenden Bereich und dem die drei äußerst rechten Nuten umfassenden Bereich unregelmäßige Innennutabschnitte aufweist. Daher nehmen die unregelmäßigen Nuten, d. h. die 1. bis 6. Nuten, die unregelmäßigen Innennutabschnitte auf, die zwei unterschiedliche Verbindungen aufweisen. Erste unregelmäßige Innennutabschnitte sind mit zwei Innennutabschnitten verbunden, die in einer anderen Nut aufgenommen sind, die im Uhrzeigersinn in Umfangsrichtung angeordnet ist. Die anderen zweiten unregelmäßigen Innennutabschnitte sind mit zwei anderen Innennutabschnitten verbunden, die in einer anderen Nut aufgenommen sind, die im Gegenuhrzeigersinn in Umfangsrichtung angeordnet ist. Die unregelmäßigen Nuten sehen eine Unterbrechung der Spulen entlang einer Umfangsrichtung vor, da es keinen Leiter gibt, der einen Bereich überkreuzt, bei dem die unregelmäßigen Nuten angeordnet sind. Die regelmäßigen Nuten sehen einen ununterbrochenen Verlauf der Spulen vor, da die regelmäßigen Nuten lediglich den regelmäßigen Innennutabschnitt aufnehmen, der zwei Innennutabschnitte verbindet, die jeweils in zwei anderen Nuten aufgenommen sind.

[0057] Anschließend wird die ringförmige Spule auf den Statorkern 22 durch ein Einfügen der Innennutabschnitte 23S in die Nuten 25 von ihrer inneren Öffnung her montiert. Die Leiter sind auf ein Werkzeug so gewickelt worden, daß die Leiter entsprechend zu den Nuten geordnet aufeinander gestapelt sind, um die gürtelförmige Spule auszubilden, aber die gürtelförmige Spule wird auf den Statorkern durch Einfügen der geordnet aufeinander gestapelten Leiter in die Nuten in einer ungeordneten Art und Weise montiert. Die Spulen sind zu einer Sternschaltung verbunden, wie in Fig. 10 gezeigt. Die Anschlüsse X11, X12, Y11, Y12, Z11, Z12, X21, X22, Y21, Y22, Z21 und Z22 erstrecken sich über die Spulenköpfe hinaus und sind in einem Bereich angeordnet, in dem die regelmäßigen Nuten angeordnet sind. Die Anzahl an unregelmäßigen Nuten entspricht einer Anzahl an Wicklungen.

[0058] Gemäß der Ausführungsform ist es möglich, eine Kollision zwischen den Spulenköpfen zu verringern und eine komplexe Form zu vermeiden. Es ist ebenso möglich, den Füllfaktor bzw. das Querschnittsverhältnis der Leiter in der Nut zu erhöhen. Es ist ebenso möglich, den Widerstand der Statorwicklung durch ein Verringern der Höhe des Spulenkopfes zu verringern. Zudem ist es möglich, die Kühlleistung für die Statorwicklung 23 durch ein Reduzieren des Strömungswiderstandes der Spulenköpfe zu verbessern. Ferner ist es möglich, eine Produktivität durch Verringern von Verbindungsabschnitten relativ zu dem Wechselstrom-

generator unter Verwendung einer Vielzahl von kurzen Segmentleitern und durch Verwenden eines verbesserten Wicklungsverfahrens der gürtelförmigen Wicklung zu verbessern.

Zweite Ausführungsform

[0059] Fig. 10 zeigt eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Bei dieser Ausführungsform ist 10 eine Statorwicklung 223 mit einer Vielzahl von Schleifenwicklungen vorgesehen. Gemäß Fig. 10 und 11 beginnt das 15 Wicklungsverfahren von links und endet rechts. Bei dem Wicklungsverfahren werden Leiter 230 auf das Werkzeug in Übereinstimmung mit der Reihenfolge gewickelt, wie in Fig. 11 angedeutet ist. Beispielsweise wird der Leiter 230 20 für die Spule Z1 auf den inneren Innennutabschnitten SN1, den antriebsseitigen Spulenköpfen D1, den äußeren Innennutabschnitten SG4 und den rückseitigen Spulenköpfen während des 1. bis 15. Schritts angeordnet. Daher weist die 25 Spule Z1 zwischen der 1. und 4. Nut vier Spulenschleifen auf. Bei dem 16. Schritt wird anschließend der Leiter um drei Nuten versetzt.

[0060] Folglich wird eine gürtelförmige Spule vorgesehen. Die gürtelförmige Spule wird gebogen und durch Überlappen an den drei linken und rechten Nuten verbunden. Die 30 Spulen X1, Y1, Z1, X2, Y2 und Z2 werden zu einer Sternschaltung verbunden, wie in Fig. 12 gezeigt. Bei dieser Ausführungsform sind die Spulen X1 und X2 parallel verbunden, um zu verhindern, daß die Anschlüsse entlang des Stators zum Verbinden gelegt sind, da ein Anfang der ersten Spule und ein Ende der zweiten Spule an der gleichen Position angeordnet sind, wie in Fig. 10 gezeigt. Beispielsweise ist der Anfang Z11 und das Ende Z22 an der ersten Nut angeordnet.

[0061] Die Schleifenwicklung ist aus zumindest zwei Innennutabschnitten in einer der Nuten und zumindest aus zwei Innennutabschnitten in einer anderen Nut hergestellt, welche von der ersten Nut um eine magnetische Polteilung beabstandet ist, und Spulenköpfe verbinden diese. Beispielsweise weist die Schleifenwicklungsspule Z1 zumindest 35 zwei Innennutabschnitte S1, zumindest zwei Innennutabschnitte S4, zwei antriebsseitige Spulenköpfe D1 und einen rückseitigen Spulenkopf R1 auf.

[0062] Bei dieser Ausführungsform sind fast alle der 40 Innennutabschnitte mit den anderen zwei Innennutabschnitten verbunden, die in einer anderen Nut aufgenommen worden sind. Doch weist der Stator 2 weiterhin regelmäßige Nuten und unregelmäßige Nuten auf. Die regelmäßigen Nuten von der 4. bis zur 36. Nut nehmen nicht nur die Innennutabschnitte auf, die mit den anderen zwei Innennutabschnitten verbunden sind, die in einer anderen der Nuten aufgenommen sind, sondern ebenso die Innennutabschnitte, die mit zwei anderen Innennutabschnitten verbunden sind, die in zwei anderen Nutabschnitten aufgenommen sind, die an beiden Umfangsseiten angeordnet sind. Die 1. bis 3. unregelmäßigen Nuten nehmen lediglich die Innennutabschnitte auf, die mit den anderen zwei Innennutabschnitten verbunden sind, die in einer anderen Nut aufgenommen sind. Der Stator 2 weist lediglich die erste, zweite und dritte Nut als 45 die unregelmäßigen Nuten auf, die lediglich die unregelmäßigen Innennutabschnitte aufnehmen. Die Anschlüsse X11, X12, Y11, Y12, Z11, Z12, X21, X22, Y21, Y22, Z21 und Z22 erstrecken sich über die Spulenköpfe hinaus und sind in einem Bereich angeordnet, bei dem die unregelmäßigen Nuten angeordnet sind. Eine Anzahl an unregelmäßigen Nuten entspricht einer Anzahl an Phasen der mehrphasigen Wicklung.

[0063] Daher nehmen die unregelmäßigen Nuten, d. h. die

erste, die zweite und die dritte Nut, die unregelmäßigen Innennutabschnitte auf, die zwei verschiedene Verbindungen aufweisen. Erste unregelmäßige Innennutabschnitte sind mit den anderen zwei Innennutabschnitten verbunden, die in einer anderen Schicht der anderen Nut untergebracht sind bzw. aufgenommen sind, die im Uhrzeigersinn auf einer Umfangsrichtung angeordnet sind. Die anderen zweiten unregelmäßigen Innennutabschnitte sind mit den zwei anderen Innennutabschnitten verbunden, die in einer anderen Schicht der anderen Nut aufgenommen sind, die im Gegen- uhrzeigersinn auf einer Umfangsrichtung angeordnet sind. Die unregelmäßigen Nuten sehen eine Diskontinuität der Spulen entlang einer Umfangsrichtung vor, da es keinen Leiter gibt, der einen Bereich überkreuzt, bei dem die unregelmäßigen Nuten angeordnet sind. Die regelmäßigen Nuten sehen eine Kontinuität bzw. einen ununterbrochenen Verlauf der Spulen vor, da die regelmäßigen Nuten zumindest einen der regelmäßigen Innennutabschnitte aufnehmen, der mit zwei Innennutabschnitten verbunden ist, die jeweils in einer anderen Schicht der zwei anderen Nuten aufgenommen sind.

[0064] Bei dieser Ausführungsform ist es möglich, den gleichen Vorteil wie bei der ersten Ausführungsform zu erzielen. Ferner sind die antriebsseitigen Spulenköpfe 223D gleichförmig geneigt. Die rückseitigen Spulenköpfe 223R sind ebenso gleichförmig geneigt. Es ist daher möglich, eine Kollision zwischen den Spulenköpfen zu vermeiden.

Andere Ausführungsformen

[0065] Die innere Schicht und die äußere Schicht der Leiter 230 in der Nut 25 kann in einer einzigen gemischten Schicht während des Montierverfahrens angeordnet werden. Der Leiter 230 kann aus einem einzigen Draht oder aus einem Bündel von drei oder mehr Drähten bestehen. Der Leiter 230 kann aus einem Draht mit einem rechteckförmigen Querschnitt bestehen. Mit dieser Anordnung ist es möglich, das Verhältnis bzw. den Füllfaktor der Leiter in der Nut durch ein regelmäßiges Anordnen der Leiter in der Nut zu erhöhen. Ferner weisen die Spulen unterschiedliche Schleifen auf. Beispielsweise endet das Wicklungsverfahren für die Spule Y2 bei dem 83. Schritt. Ferner kann das Spulenpaar, beispielsweise die Spule X1 und X2, durch einen einzigen ununterbrochenen Draht durch Verwendung eines ununterbrochenen Drahts, der an seinen gemeinsamen bzw. verbundenen Abschnitt gebogen ist, vorgesehen werden. Beispielsweise kann die Spule X1 und X2 mit einem Draht vorgesehen werden, der einen gebogenen Abschnitt an einer Stelle entsprechend zu den Anschlüssen X11 und X21 aufweist.

[0066] Der Statorkern kann nach einem Montieren der gürtelförmigen Wicklung gekrümmt werden. Beispielsweise kann die gürtelförmige Wicklung auf einem geraden Statorkern 22A mit einer Vielzahl von Schlitten 25A montiert werden, wie in Fig. 13 gezeigt. Anschließend wird der gerade Statorkern 22A in eine C-Form oder eine Ringform gekrümmt, wie es in Fig. 14 gezeigt ist. Bei dieser Ausführungsform weist der Statorkern 22A einen Schlitz 231 als einen Verbindungsabschnitt auf, der sich axial über die axiale Länge erstreckt.

[0067] Ferner kann die Statorwicklung eine Vielzahl von mehrphasigen Wicklungen aufweisen. Beispielsweise kann der Statorkern 22B eine erste mehrphasige Wicklung 233 und eine zweite mehrphasige Wicklung 234 tragen. Die erste mehrphasige Wicklung 233 und die zweite mehrphasige Wicklung 234 können in den Nuten 25 geordnet aufeinander gestapelt sein. Diese mehrphasigen Wicklungen 233 und 234 können verwendet werden, um Mehrfachspannungsausgänge (multi-voltage outputs) zu versorgen. Ferner können

die mehrphasigen Wicklungen in einer umgebenden Art und Weise angeordnet werden, wie in Fig. 16 gezeigt. Mit dieser Ausführungsform ist eine zweite mehrphasige Wicklung 236 auf eine erste mehrphasige Wicklung 235 gewickelt, um die Spulenköpfe der ersten mehrphasigen Spulenwicklung 235 zu umgeben.

[0068] Überdies kann die Statorwicklung zwei Sätze von Dreiphasenwicklungen aufweisen, die um 30° zueinander verschoben bzw. versetzt sind. Diese Anordnung kann als eine Sechsphasenwicklung aufgefasst werden. Daher kann Statorwicklung durch ein Wickeln von 12 Leitern auf ein Wicklungswerkzeug in einem Wicklungsverfahren hergestellt werden.

[0069] Die vorliegende Erfindung kann auf einen Generator, einen Motor oder eine Drehfeldmaschine angewendet werden, die wahlweise als ein Generator bzw. als ein Motor arbeitet.

[0070] Obgleich die vorliegende Erfindung in Verbindung mit ihren bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die begleitende Zeichnung beschrieben worden ist, ist es ersichtlich, daß zahlreiche Änderungen und Modifikationen durch den Fachmann vorgenommen werden können. Derartige Veränderungen und Modifikationen sind so auszulegen, daß sie innerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung enthalten sind.

Patentansprüche

1. Elektrische Drehfeldmaschine umfassend:

einen Rotor (3); und

einen Stator (2) mit einem Statorkern (22, 22A, 22B, 22C) mit einer Vielzahl an Nuten (25) und einer Statorwicklung (23, 223, 233, 234, 235, 236), wobei:

die Nuten (25) eine Vielzahl von regelmäßigen Nuten und eine Vielzahl von unregelmäßigen Nuten enthalten; und

die Statorwicklung eine Vielzahl von Innennutabschnitten (23S, 223S), die in den Nuten aufgenommen sind, und Spulenköpfe (23D, 23R, 223D, 223R) aufweist, wobei die Innennutabschnitte und die Spulenköpfe so angeordnet sind, daß sie eine Unterbrechung der Statorwicklung in einem Bereich vorsehen, bei dem die unregelmäßigen Nuten angeordnet sind.

2. Elektrische Drehfeldmaschine nach Anspruch 1, wobei die Statorwicklung eine Vielzahl von Leitern (230) zum Vorsehen der Innennutabschnitte aufweist und wobei die Leiter übereinander gewickelt sind.

3. Elektrische Drehfeldmaschine nach Anspruch 2, wobei der Leiter ein kontinuierlicher Draht (230) ist, der zumindest einmal um den Statorkern herumgewickelt ist.

4. Elektrische Drehfeldmaschine nach Anspruch 1, wobei die Statorwicklung Ausgangsanschlüsse (X11, X12, Y11, Y12, Z11, Z12, X21, X22, Y21, Y22, Z21, Z22) aufweist, die sich über die Spulenköpfe (23R) hinaus erstrecken, wobei die Ausgangsanschlüsse in einem Bereich angeordnet sind, bei dem die regelmäßigen Nuten angeordnet sind.

5. Elektrische Drehfeldmaschine nach Anspruch 1, wobei die Statorwicklung Ausgangsanschlüsse (X11, X12, Y11, Y12, Z11, Z12, X21, X22, Y21, Y22, Z21, Z22) aufweist, die sich über die Spulenköpfe (223R) hinaus erstrecken, wobei die Ausgangsanschlüsse in einem Bereich angeordnet sind, bei dem die regelmäßigen Nuten angeordnet sind.

6. Elektrische Drehfeldmaschine nach Anspruch 1, wobei die Innennutabschnitte (23S) eine Vielzahl von regelmäßigen Innennutabschnitten, die mit anderen In-

nennutabschnitten verbunden sind, die jeweils in zwei anderen Nuten aufgenommen sind, und eine Vielzahl von unregelmäßigen Innennutabschnitten aufweisen, die mit anderen Innennutabschnitten verbunden sind, die in einer anderen Nut aufgenommen sind, wobei die regelmäßigen Innennutabschnitte in den regelmäßigen und unregelmäßigen Nuten (die ersten bis 36. Nuten 25) aufgenommen sind, und wobei die unregelmäßigen Innennutabschnitte lediglich in den unregelmäßigen Nuten (die ersten bis sechsten Nuten 25) aufgenommen sind. 10

7. Elektrische Drehfeldmaschine nach Anspruch 6, wobei die Statorwicklung eine Wellenwicklung ist.

8. Elektrische Drehfeldmaschine nach Anspruch 1, wobei die Innennutabschnitte (223S) eine Vielzahl von regelmäßigen Innennutabschnitten, die mit anderen Innennutabschnitten verbunden sind, die in jeweils zwei anderen Nuten aufgenommen sind, und eine Vielzahl von unregelmäßigen Innennutabschnitten aufweist, die mit anderen Innennutabschnitten verbunden sind, die in einer anderen Nut aufgenommen sind, wobei die regelmäßigen Innennutabschnitte lediglich in den regelmäßigen Nuten (die vierten bis 36. Nuten 25) aufgenommen sind und wobei unregelmäßige Innennutabschnitte in den unregelmäßigen Nuten (die ersten bis dritten Nuten 25) und in den regelmäßigen Nuten aufgenommen sind. 20

9. Elektrische Drehfeldmaschine nach Anspruch 8, wobei die Statorwicklung eine Schleifenwicklung ist.

10. Elektrische Drehfeldmaschine nach Anspruch 9, 30 wobei die Innennutabschnitte in eine innere Schicht (SN) und eine äußere Schicht (SG) eingeteilt sind, wobei jeder der regelmäßigen Innennutabschnitte, die in einem der Schichten angeordnet ist, mit den anderen zwei Innennutabschnitten verbunden ist, die in der anderen Schicht in den anderen zwei Nuten angeordnet ist, und wobei jede der regelmäßigen Innennutabschnitte, die in einer der Schichten angeordnet sind, mit den zwei anderen Innennutabschnitten verbunden ist, die in der anderen Schicht in einer der Nuten angeordnet sind. 40

11. Elektrische Drehfeldmaschine nach Anspruch 1, wobei die unregelmäßigen Nuten Seite an Seite (von der ersten bis zur sechsten Nut 25 bzw. von der ersten bis zur dritten Nut 25) angeordnet sind. 45

12. Elektrische Drehfeldmaschine nach Anspruch 1, wobei die Statorwicklung eine Vielzahl von Leitern zum Vorsehen der Innennutabschnitte aufweist, wobei die Statorwicklung keinen Leiter aufweist, der einen Bereich überkreuzt, bei dem die unregelmäßigen Nuten 50 angeordnet sind.

13. Elektrische Drehfeldmaschine nach Anspruch 1, wobei der Stator eine Vielzahl von Statorwicklungen (233, 234) aufweist, wobei die Statorwicklungen in der Nut radial aufeinander gestapelt sind. 55

14. Elektrische Drehfeldmaschine nach Anspruch 1, wobei der Stator eine Vielzahl von Statorwicklungen (235, 236) aufweist, wobei eine der Statorwicklungen (236) so angeordnet ist, daß sie die andere Statorwicklung (235) umgibt. 60

15. Elektrische Drehfeldmaschine nach Anspruch 1, wobei der Statorkern zumindest einen Schlitz (231) entlang seiner axialen Richtung aufweist.

16. Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Drehfeldmaschine, wobei die elektrische Drehfeldmaschine einen Statorkern (22, 22A, 22B, 22C) mit einer Vielzahl von Nuten (25) und eine Statorwicklung (23, 223, 233, 234, 235, 236) aufweist, die in den Nuten aufge- 65

nommen ist, wobei das Verfahren folgende Schritte umfaßt:

Wickeln der Leiter (230) auf einem Werkzeug (100), um eine gürtelförmige Spule auszubilden; Herausziehen des Werkzeugs (100) aus der gürtelförmigen Spule;

biegen der gürtelförmigen Spule zu einem Ring; und Montieren der gürtelförmigen Spule auf den Statorkern durch Einfügen der Leiter in die Nuten.

17. Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Drehfeldmaschine nach Anspruch 16, wobei der Statorkern ein Ring (22, 22B, 22C) ist und die gürtelförmige Spule vor dem Einfügen der Leiter in die Nuten in eine ringförmige Spule gebogen ist.

18. Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Drehfeldmaschine nach Anspruch 16, wobei die gürtelförmige Spule mit dem Statorkern (22A) in einen Ring gebogen wird, nachdem die Leiter in die Nuten eingefügt worden sind.

19. Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Drehfeldmaschine nach Anspruch 16, wobei die Leiter (230) aufeinander gewickelt werden.

20. Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Drehfeldmaschine nach Anspruch 16, wobei die Leiter (230) so auf ein Werkzeug (100) gewickelt werden, daß die Leiter entsprechend zu den Nuten geordnet aufgestapelt sind, um die gürtelförmige Spule auszubilden, und die gürtelförmige Spule durch Einfügen der Leiter in die Nuten in einer ungeordneten Art und Weise auf den Statorkern montiert wird.

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen

FIG. I

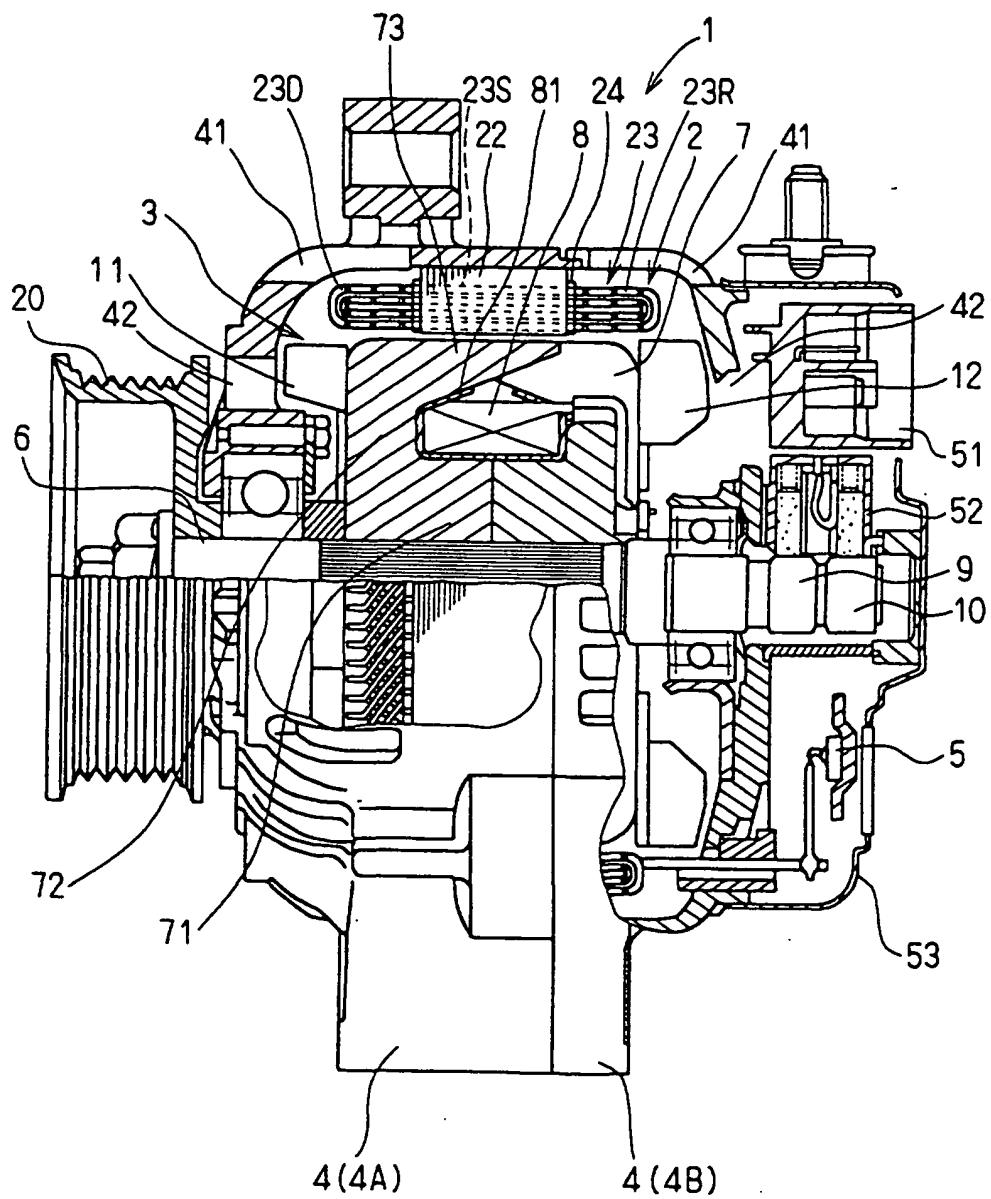


FIG. 2

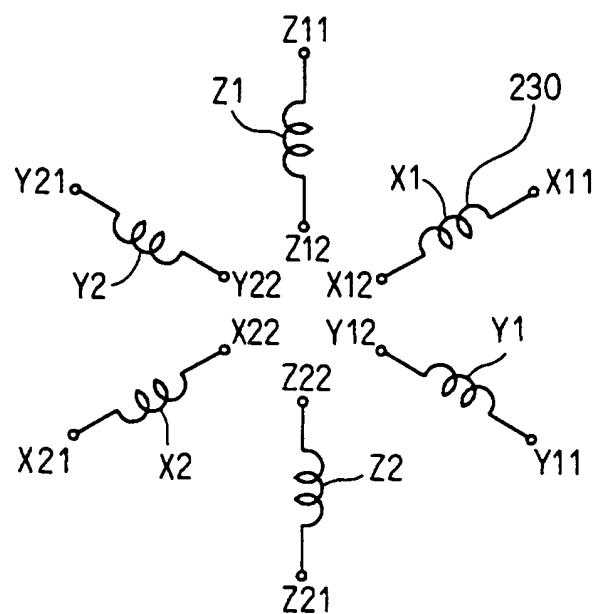


FIG. 3

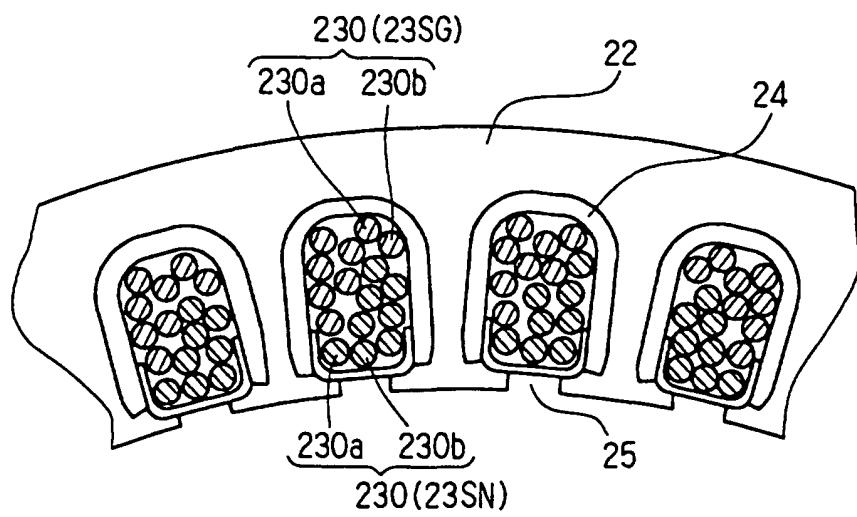


FIG. 4

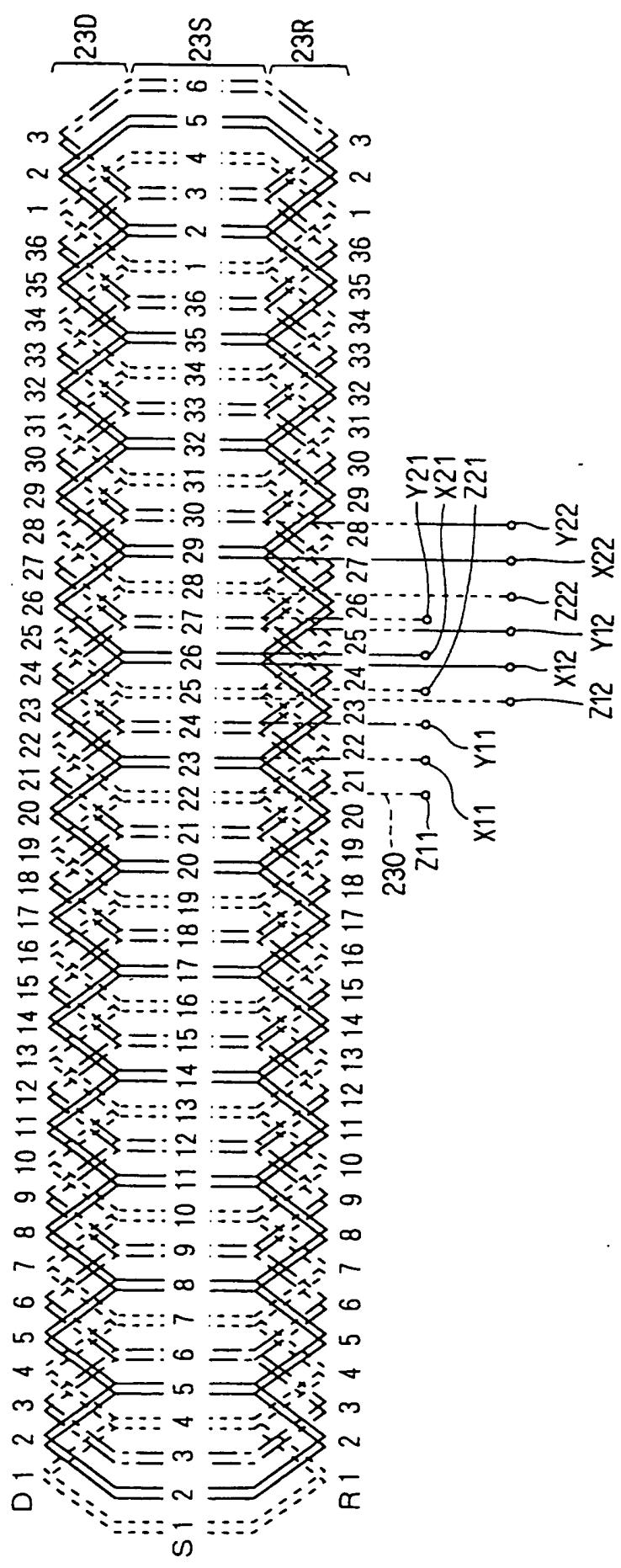


FIG. 5

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
SN 1	D 1	SG 4	R 4	SN 7	D 7	SG10	R10	SN13	D13	SG16	R16	SN19	D19	SG22	Z1
SN 2	D 2	SG 5	R 5	SN 8	D 8	SG11	R11	SN14	D14	SG17	R17	SN20	D20	SG23	X1
SN 3	D 3	SG 6	R 6	SN 9	D 9	SG12	R12	SN15	D15	SG18	R18	SN21	D21	SG24	Y1
SN 4	D 4	SG 7	R 7	SN10	D10	SG13	R13	SN16	D16	SG19	R19	SN22	D22	SG25	Z2
SN 5	D 5	SG 8	R 8	SN11	D11	SG14	R14	SN17	D17	SG20	R20	SN23	D23	SG26	X2
SN 6	D 6	SG 9	R 9	SN12	D12	SG15	R15	SN18	D18	SG21	R21	SN24	D24	SG27	Y2

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
R 1	SG 4	D 4	SN 7	R 7	SG10	D10	SN13	R13	SG16	D16	SN19	R19	SG22	D22	SN25	R25	SG28	D28	SN31	R31	SG34	D34	SN 1
R 2	SG 5	D 5	SN 8	R 8	SG11	D11	SN14	R14	SG17	D17	SN20	R20	SG23	D23	SN26	R26	SG29	D29	SN32	R32	SG35	D35	SN 2
R 3	SG 6	D 6	SN 9	R 9	SG12	D12	SN15	R15	SG18	D18	SN21	R21	SG24	D24	SN27	R27	SG30	D30	SN33	R33	SG36	D36	SN 3
R 4	SG 7	D 7	SN10	R10	SG13	D13	SN16	R16	SG19	D19	SN22	R22	SG25	D25	SN28	R28	SG31	D31	SN34	R34	SG 1	D 1	SN 4
R 5	SG 8	D 8	SN11	R11	SG14	D14	SN17	R17	SG20	D20	SN23	R23	SG26	D26	SN29	R29	SG32	D32	SN35	R35	SG 2	D 2	SN 5
R 6	SG 9	D 9	SN12	R12	SG15	D15	SN18	R18	SG21	D21	SN24	R24	SG27	D27	SN30	R30	SG33	D33	SN36	R36	SG 3	D 3	SN 6
63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40
SN 1	D 1	SG 4	R 4	SN 7	D 7	SG10	R10	SN13	D13	SG16	R16	SN19	R19	SG22	R22	SN25	D25	SG28	R28	SN31	D31	SG34	R34
SN 2	D 2	SG 5	R 5	SN 8	D 8	SG11	R11	SN14	D14	SG17	R17	SN20	D20	SG23	R23	SN26	D26	SG29	R29	SN32	D32	SG35	R35
SN 3	D 3	SG 6	R 6	SN 9	D 9	SG12	R12	SN15	D15	SG18	R18	SN21	D21	SG24	R24	SN27	D27	SG30	R30	SN33	D33	SG36	R36
SN 4	D 4	SG 7	R 7	SN10	D10	SG13	R13	SN16	D16	SG19	R19	SN22	D22	SG25	R25	SN28	D28	SG31	R31	SN34	D34	SG 1	R 1
SN 5	D 5	SG 8	R 8	SN11	D11	SG14	R14	SN17	D17	SG20	R20	SN23	D23	SG26	R26	SN29	D29	SG32	R32	SN35	D35	SG 2	R 2
SN 6	D 6	SG 9	R 9	SN12	D12	SG15	R15	SN18	D18	SG21	R21	SN24	D24	SG27	R27	SN30	D30	SG33	R33	SN36	D36	SG 3	R 3
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
R 1	SG 4	D 4	SN 7	R 7	SG10	D10	SN13	R13	SG16	D16	SN19	R19	SG22	D22	SN25	R25	SG28	D28	SN31	R31	SG34	D34	SN 1
R 2	SG 5	D 5	SN 8	R 8	SG11	D11	SN14	R14	SG17	D17	SN20	R20	SG23	D23	SN26	R26	SG29	D29	SN32	R32	SG35	D35	SN 2
R 3	SG 6	D 6	SN 9	R 9	SG12	D12	SN15	R15	SG18	D18	SN21	R21	SG24	D24	SN27	R27	SG30	D30	SN33	R33	SG36	D36	SN 3
R 4	SG 7	D 7	SN10	R10	SG13	D13	SN16	R16	SG19	D19	SN22	R22	SG25	D25	SN28	R28	SG31	D31	SN34	R34	SG 1	D 1	SN 4
R 5	SG 8	D 8	SN11	R11	SG14	D14	SN17	R17	SG20	D20	SN23	R23	SG26	D26	SN29	R29	SG32	D32	SN35	R35	SG 2	D 2	SN 5
R 6	SG 9	D 9	SN12	R12	SG15	D15	SN18	R18	SG21	D21	SN24	R24	SG27	D27	SN30	R30	SG33	D33	SN36	R36	SG 3	D 3	SN 6
Z1		SN25	D25	SG28	R28	SN31	D31	SG34	R34														
X1		SN26	D26	SG29	R29	SN32	D32	SG35	R35														
Y1		SN27	D27	SG30	R30	SN33	D33	SG36	R36														
Z2		SN28	D28	SG31	R31	SN34	D34	SG1	R1														
X2		SN29	D29	SG32	R32	SN35	D35	SG 2	R 2														
Y2		SN30	D30	SG33	R33	SN36	D36	SG 3	R 3														

6
—
FIG.

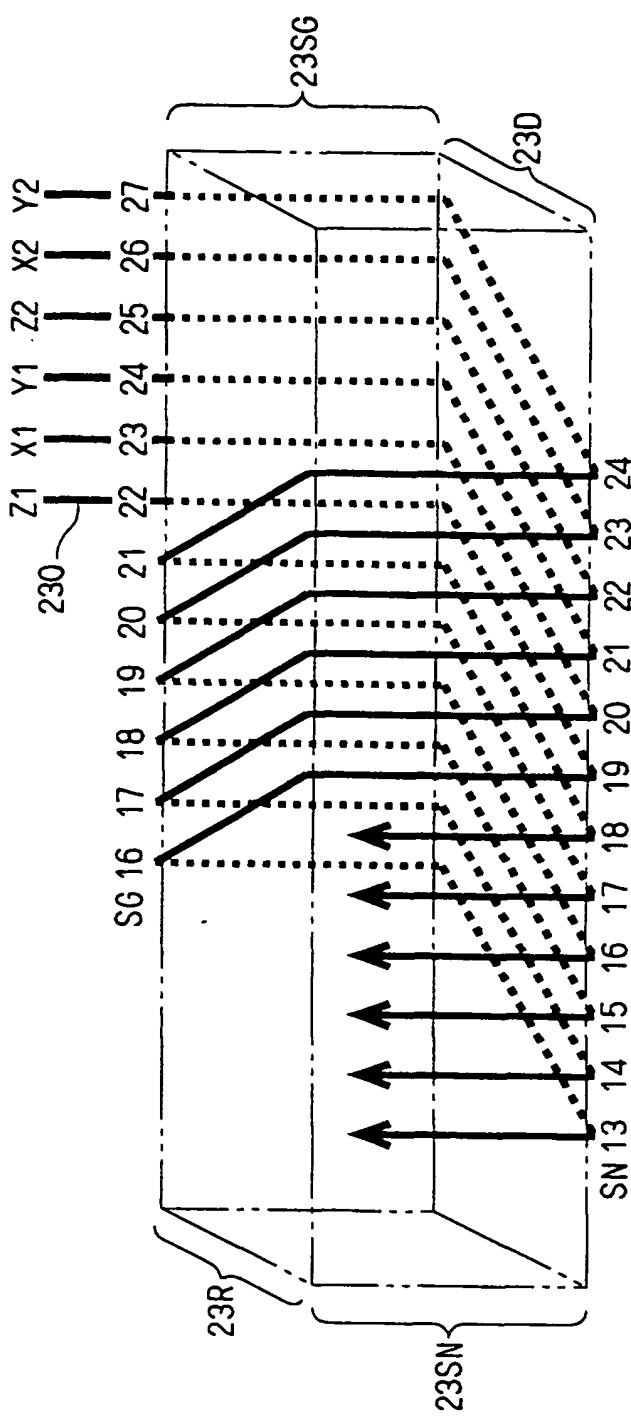


FIG. 7

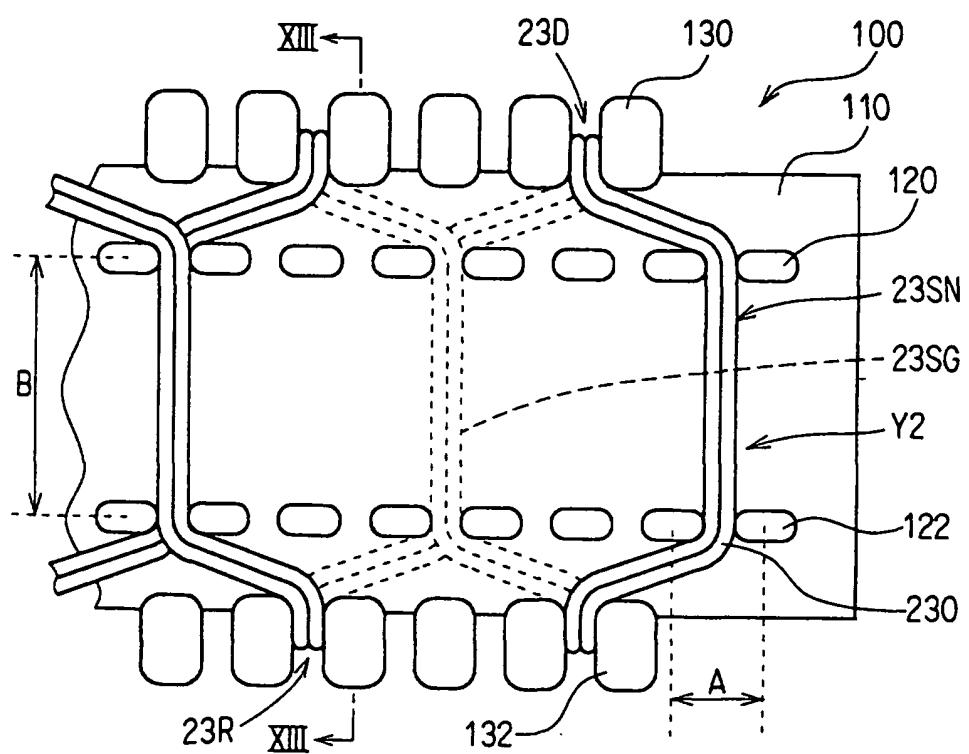


FIG. 8

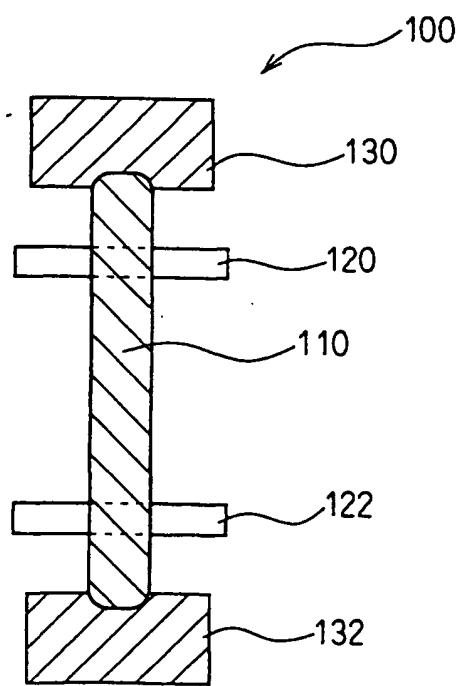


FIG. 9

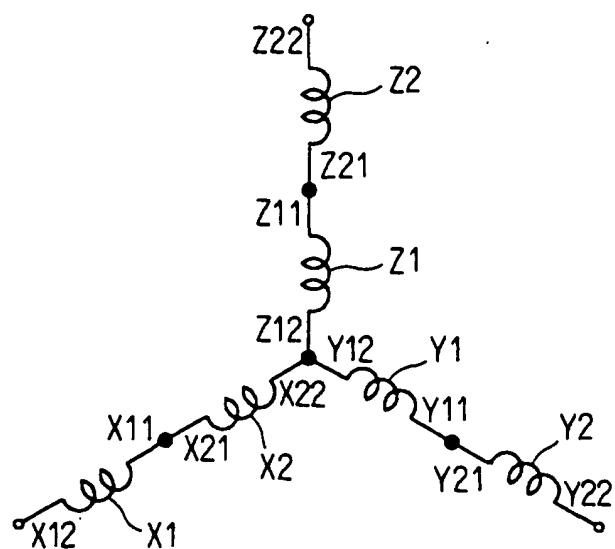


FIG. 14

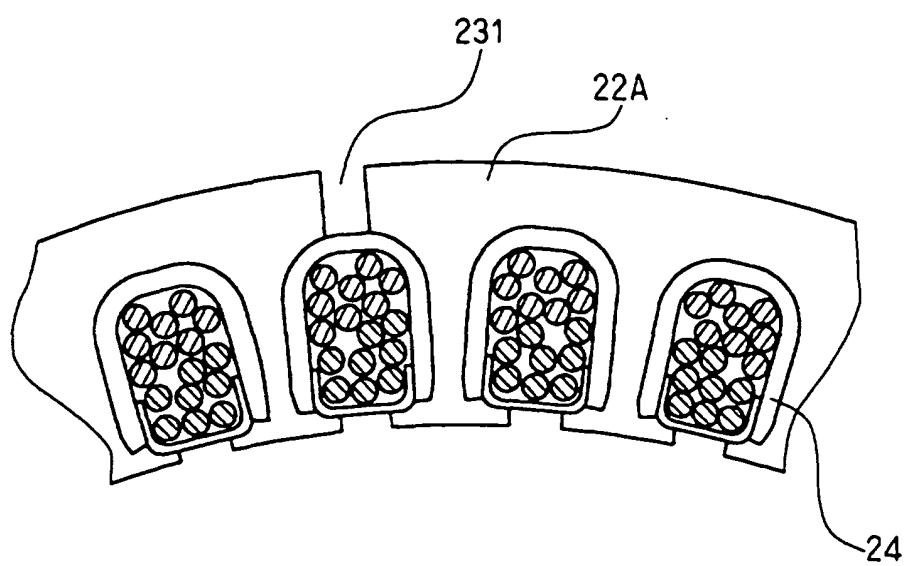


FIG. 10

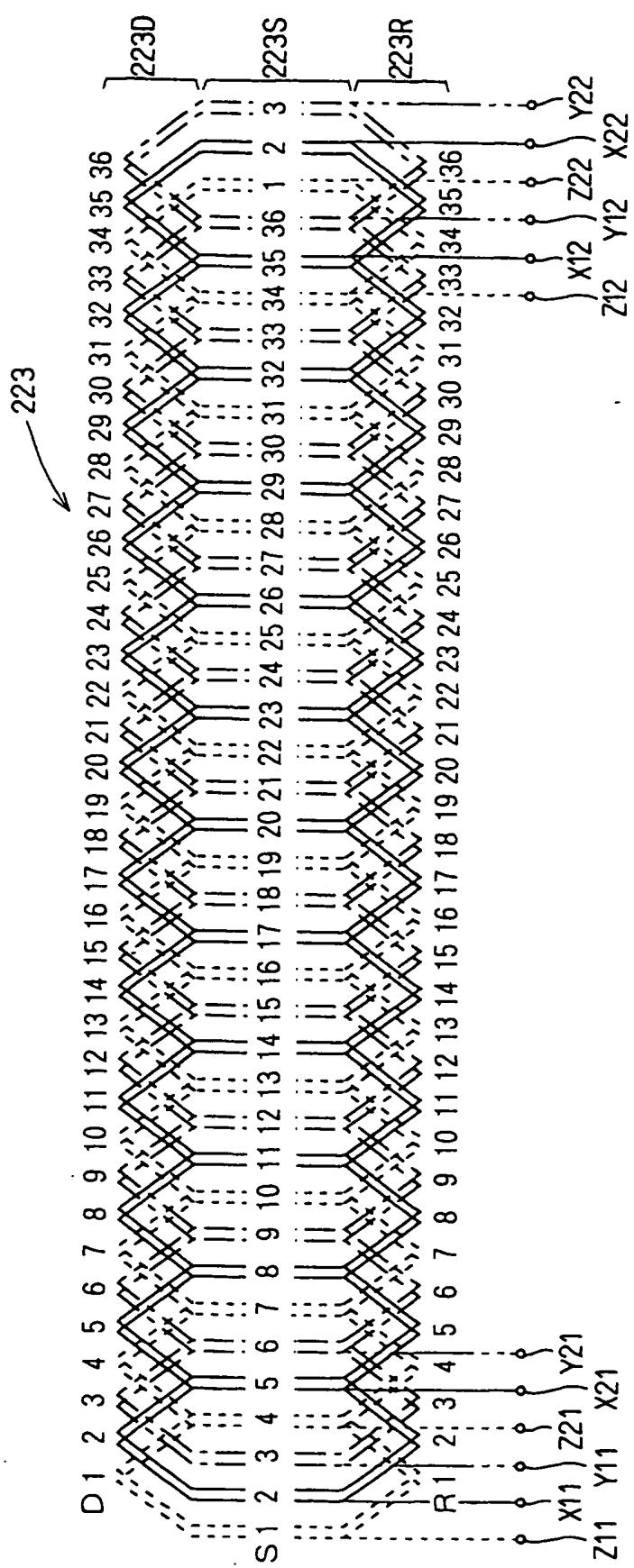


FIG. 11

Z1	SN1	D1	SG4	R1	SN1	D1	SG4	R1	SN1	D1	SG4	R1
X1	SN2	D2	SG5	R2	SN2	D2	SG5	R2	SN2	D2	SG5	R2
Y1	SN3	D3	SG6	R3	SN3	D3	SG6	R3	SN3	D3	SG6	R3
Z2	SN4	D4	SG7	R4	SN4	D4	SG7	R4	SN4	D4	SG7	R4
X2	SN5	D5	SG8	R5	SN5	D5	SG8	R5	SN5	D5	SG8	R5
Y2	SN6	D6	SG9	R6	SN6	D6	SG9	R6	SN6	D6	SG9	R6

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
SN1	D1	SG4	R4	SN7	D7	SG10	R7	SN7	D7	SG10	R7
SN2	D2	SG5	R5	SN8	D8	SG11	R8	SN8	D8	SG11	R8
SN3	D3	SG6	R6	SN9	D9	SG12	R9	SN9	D9	SG12	R9
SN4	D4	SG7	R7	SN10	D10	SG13	R10	SN10	D10	SG13	R10
SN5	D5	SG8	R8	SN11	D11	SG14	R11	SN11	D11	SG14	R11
SN6	D6	SG9	R9	SN12	D12	SG15	R12	SN12	D12	SG15	R12

Z1				R28	SN31	D31	SG34				
X1				R29	SN32	D32	SG35				
Y1				R30	SN33	D33	SG36				
Z2				R31	SN34	D34	SG1				
X2				R32	SN35	D35	SG2				
Y2				R33	SN36	D36	SG3				
R31	SN31	D31	SG34	R31	SN31	D31	SG34	R31	SN31	D31	SG34
R32	SN32	D32	SG35	R32	SN32	D32	SG35	R32	SN32	D32	SG35
R33	SN33	D33	SG36	R33	SN33	D33	SG36	R33	SN33	D33	SG36
R34	SN34	D34	SG1	R34	SN34	D34	SG1	R34	SN34	D34	SG1
R35	SN35	D35	SG2	R35	SN35	D35	SG2	R35	SN35	D35	SG2
R36	SN36	D36	SG3	R36	SN36	D36	SG3	R36	SN36	D36	SG3

BEST AVAILABLE COPY

FIG. 12

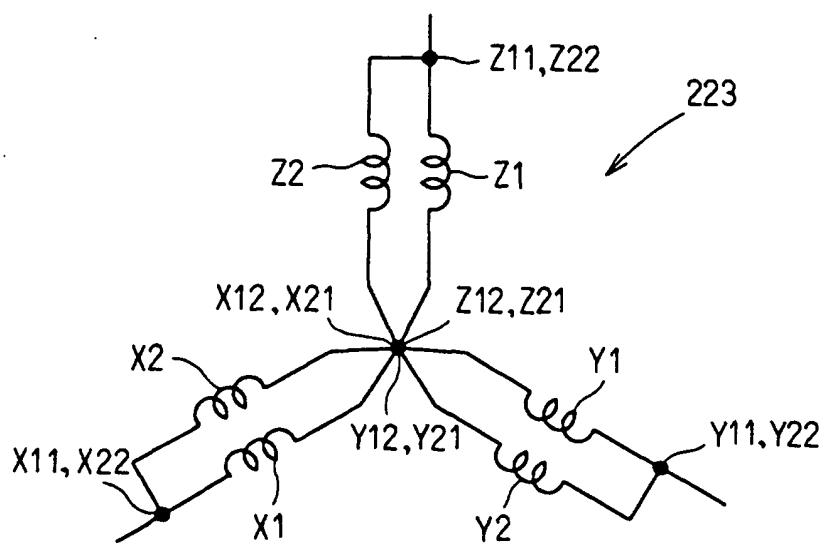


FIG. 13

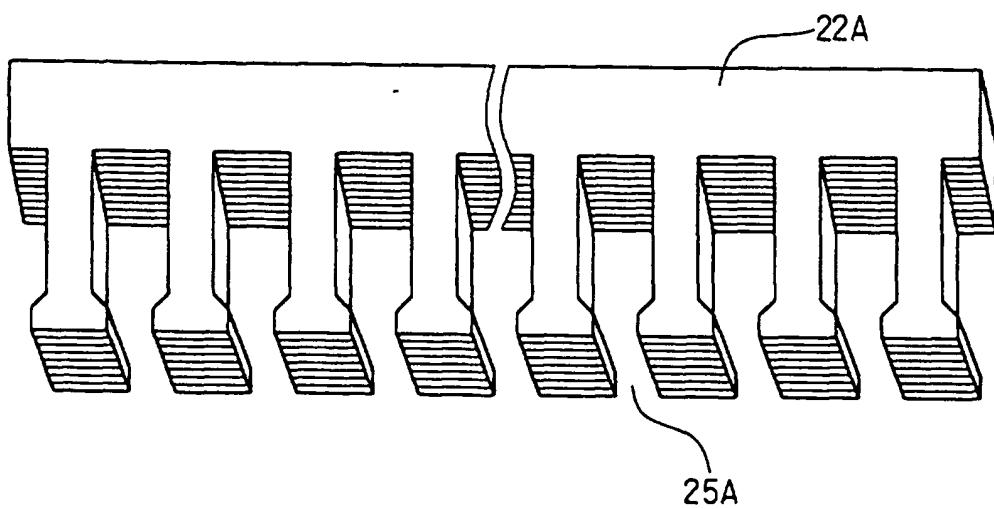


FIG. 15

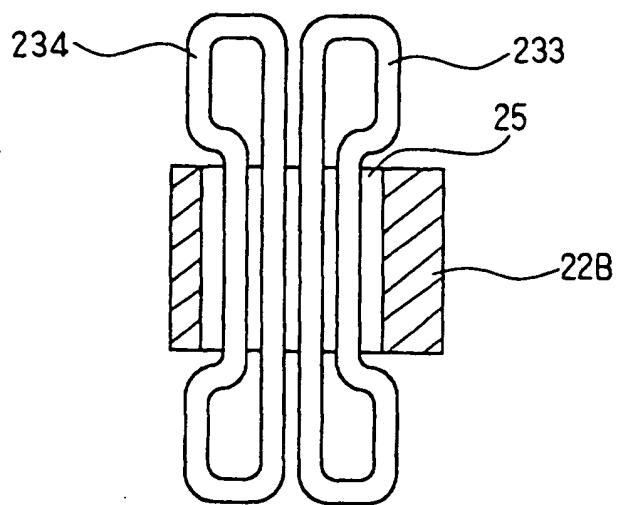


FIG. 16

